

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application No. : 10/682,369
Applicants : Ja Yoon KOO et al.
Filed : Concurrently Herewith
Title : HYBRID TYPE SENSOR FOR DETECTING HIGH
FREQUENCY PARTIAL DISCHARGE

MAIL STOP PATENT APPLICATION
Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

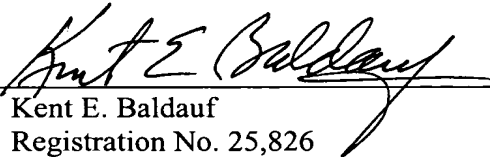
Sir:

Applicants claim priority to Korean Patent Application Nos. 10-2002-0061712 and 10-2003-0064846 which correspond to the above-identified United States patent application and which were filed in the Korean Patent Office on October 10, 2002, and September 18, 2003, respectively. Certified copies of the priority documents are enclosed. The priority benefits provided by Section 119 of the Patent Act of 1952 are claimed for the above application.

Respectfully submitted,

WEBB ZIESENHEIM LOGSDON
ORKIN & HANSON, P.C.

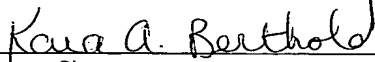
By


Kent E. Baldauf

Registration No. 25,826
Attorney for Applicants
700 Koppers Building
436 Seventh Avenue
Pittsburgh, Pennsylvania 15219-1818
Telephone: 412-471-8815
Facsimile: 412-471-4094
E-mail: webblaw@webblaw.com

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, Commissioner for Patents, P. O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on December 16, 2003.

Kara A. Berthold
(Name of Person Mailing Paper)


Signature

12/16/03
Date



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2002-0061712
Application Number

출원년월일 : 2002년 10월 10일
Date of Application OCT 10, 2002

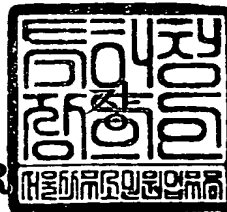
출원인 : 학교법인 한양학원
Applicant(s) HANYANG HAK WON CO., LTD.



2003 년 09 월 19 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0004
【제출일자】	2002. 10. 10
【국제특허분류】	G01R 31/12
【국제특허분류】	G01R 31/08
【발명의 명칭】	하이브리드형 고주파 부분방전 검출 센서
【발명의 영문명칭】	HYBRID TYPE HFPD SENSER
【출원인】	
【명칭】	학교법인 한양학원
【출원인코드】	2-1998-096893-2
【대리인】	
【성명】	손원
【대리인코드】	9-1998-000281-5
【포괄위임등록번호】	2001-042960-8
【대리인】	
【성명】	함상준
【대리인코드】	9-1998-000619-8
【포괄위임등록번호】	2001-042963-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	구자윤
【성명의 영문표기】	K00, Ja Yoon
【주민등록번호】	510207-1037511
【우편번호】	137-759
【주소】	서울특별시 서초구 방배본동 삼호아파트 13동 603호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김지홍
【성명의 영문표기】	KIM, Jee Hong
【주민등록번호】	730813-1030053

【우편번호】 425-791
【주소】 경기도 안산시 사1동 한양대학교 제3공학관 218호
【국적】 KR
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
손원 (인) 대리인
함상준 (인)
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 13 면 13,000 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 3 항 205,000 원
【합계】 247,000 원
【감면사유】 학교
【감면후 수수료】 123,500 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 CT센서와 션트(Shunt)센서의 방식을 결합함으로써 전원노이즈 및 주변 노이즈 성분의 유입이 적으며 신호대잡음비가 크고 BD발생시 안전을 도모할 수 있어 실제 현장 적용에 유리한 하이브리형 고주파 부분방전 감지 센서를 제공하기 위한 것으로서, 부분방전을 검출하고자 하는 전력설비의 전원신호를 입력받는 전원신호 입력단과, 상기 전원신호입력단에 일단이 연결되어 전원주파수를 통과시키기 위한 제1코일과, 상기 전원신호입력단에 일단이 연결되어 고주파 부분방전신호만을 통과시키는 캐패시터와, 상기 캐패시터의 타단과 제1코일의 타단 사이에 구비되어 상기 캐패시터와 제1코일의 결합에 의한 공진점을 결정하는 저항과, 상기 제1코일 및 저항의 타단에 공통으로 일단이 연결되며 접지노이즈의 저감 및 측정단자의 더미 인덕턴스 기능을 하는 제2코일과, 상기 제2코일의 타단과 연결되어 부분방전을 검출하고자 하는 전력설비의 전원신호가 출력되는 전원신호 출력단과, 상기 저항의 양단에 연결되어 부분방전 검출신호(+,-)를 출력하는 검출신호출력단으로 구성한 것이다.

【대표도】

도 1

【색인어】

부분방전(PD), CT형 센서, 션트형 센서, 전원노이즈, 오실레이션

【명세서】

【발명의 명칭】

하이브리드형 고주파 부분방전 검출 센서{HYBRID TYPE HFPD SENSER}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 의한 하이브리드형 부분방전 검출 센서의 기본 회로도이다.

도 2a~2d는 주파수와 임피던스와의 관계를 설명하는 그래프이다.

도 3은 본 발명에 의한 하이브리드형 부분방전 검출 센서의 방전량과 응답크기의 관계를 보인 그래프이다.

도 4는 캘리브레이터의 방전량에 따른 본 발명에 의한 하이브리드형 부분방전 검출센서로부터 출력되는 검출신호의 파형을 보인 그래프이다.

도 5의 (a),(b)는 본 발명의 하이브리드형센서를 이용하여 유중 코로나 방전을 측정한 파형을 보인 것이다.

도 6의 (a) 내지 (f)는 본 발명의 하이브리드형 센서를 이용한 방전량별 측정파형을 나타낸 오실로스코프화면이다.

도 7은 본 발명의 하이브리드형 센서로 측정한 유중 코로나 방전의 단일측정파형이다.

도 8의 (a) ~ (c)는 본 발명에 의한 하이브리드형 센서의 측정신호에 대한 시간별 스펙트럼도이다.

도 9는 침대평판 전극을 이용한 코로나 방전 측정 실험도이다.

도 10은 PD사의 CT센서와 하이브리드형 센서의 감도를 비교한 도면이다.

도 11은 PD사의 CT센서와 하이브리드형 센서로 측정된 하나의 코로나 방전신호 파형도이다.

도 12는 전동기의 부분 방전 측정 실험도이다.

도 13은 50마력의 전동기에서 측정되는 부분방전 신호를 보인 것이다.

도 14는 전동기의 고정자에서 측정된 부분방전 신호를 보인 것이다.

도 15의 (a)~(c)는 종래의 CT형 센서 및 셉트형 센서와 본 발명의 하이브리드형 센서 별 방전량에 따른 센서의 검출파형을 보인 것이다.

도 16은 종래의 CT형 센서 및 셉트형 센서와 본 발명의 하이브리드형 센서 별 응답특성 곡선을 비교한 그래프이다.

도 17의 (a)~(c)는 종래의 CT형 센서 및 셉트형 센서와 본 발명의 하이브리드형 센서 별 유중 코로나 방전시 단일 측정파형을 보인 것이다.

도 18은 종래 CT형 센서의 방전량에 따른 응답특성을 나타낸 그래프이다.

도 19는 종래 CT형 센서의 방전량 100pC 에 대한 단일 측정 파형이다.

도 20은 종래 셉트형센서의 주파수별 측정신호의 크기를 보인 그래프이다.

도 21은 종래 셉트형 센서의 방전량별 응답특성을 보인 그래프이다.

도 22는 종래 셉트형 센서에 실린 전원주파수를 측정한 것이다.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

11 : 전원신호입력단

12 : 전원신호출력단

13, 14 : 검출신호출력단

L1, L2 : 제1,2코일

C1 : 캐패시터

R1 : 저항

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<30> 본 발명은 전력설비의 절연상태를 진단하는 부분방전 감지 센서에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 CT센서와 션트(Shunt)센서의 방식을 결합함으로써 전원노이즈 및 주변 노이즈 성분의 유입이 적으며 신호대잡음비가 크고 사고발생시 안전을 도모할 수 있어 실제 현장 적용에 유리한 하이브리형 고주파 부분방전 감지 센서에 관한 것이다.

<31> 전력설비의 절연상태 진단은 일반적으로 전력설비에서 방사되는 부분방전을 통해 검출하고 있다.

<32> 상기 고주파 부분방전 검출법에 있어서 고려하여야 할 사항으로는 관찰된 방전파형이 잡음에 의해서 일어난 것인지, 진성 PD인지를 확인하기 위하여, 전원으로 유입되는 노이즈의 제거와, 부분방전 측정 소자나 인입선에서 방송주파수 및 무선통신신호가 감지되지 않도록 하는 통신잡음의 제거와, 노이즈의 소스가 될 수 있는 접지루프의 제거등이 있다.

<33> 이러한 여러가지 항목을 고려하여 행해지는 고주파 부분방전(HFPD : High Frequency Partial Discharge) 측정 방법으로는 유도성, 용량성, 또는 저항성 센서 또는 안테나등 용도에 따라 다양하며, 이로부터 얻은 신호와 주위 노이즈용 안테나에 포착된 신호 또는 신호의 전파

방향을 고려하고 부분방전을 패턴을 컴퓨터로 분석하여, 순수한 부분방전 신호를 추출하게 된다.

<34> 이중에서, 기존에 가장 많이 사용하는 것은 CT형센서와 션트(Shunt)형센서이다.

<35> 상기 CT형 센서는 비접촉식으로, 공진점(fc)을 이용해 특정한 주파수대역의 S/N비를 높힐 수 있지만, 오실레이션이 발생되어 정확도(sensitivity)가 떨어진다는 단점이 있다. 도 18은 종래 CT형 센서로서, PD사의 CT센서에서 측정한 응답특성을 데이터 축적후 평균하여 보인 것으로서, 상기 도 18의 추세선으로서 방전량에 대한 응답값을 나타내는 추세선식은 다음의 수식 1과 같이 구해진다.

<36>
$$y = 6.1257x + 1.4582$$

【수학식 1】
$$R^2 = 0.9993$$

<37> 도 19는 상기 종래 CT형 센서에서 캐리브레이터 100pC 방전량에 대한 단일 측정파형을 보인 것으로서, 이로부터 CT센서의 측정파형에는 오실레이션이 발생함을 알 수 있다. 이러한 오실레이션은 앞서 언급한 바와 같이 측정결과에 대한 정확도를 떨어트린다.

<38> 그리고, 션트형 센서는 가장 이상적인 정확도를 지니고 있지만, 절연파괴(breakdown)가 발생되었을 때, 큰 서지전압이 센서의 입력단에 유기되어 파손이 발생될 수 있으며, 전원노이즈가 유입된다는 단점이 있다. 그리고, 이론상으로는 전대역의 주파수를 검출하지만, 실제로는 고주파로 갈수록 부유커패시터와 리드와이어에 의한 인덕턴스로 자가공진을 발생시켜 고주파에서의 임피던스를 높게함으로서, 고주파에 대한 측정이 어렵다.

<39> 도 20은 종래 션트형 센서로 2pC방전량을 측정한 신호에 대한 주파수 분석 파형을 보인 것으로서, 2pC의 방전에 대한 최대 측정가능한 주파수가 4.45MHz임을 알 수 있다. 즉, 높은 주

파수에 대해서는 2pC 이하의 방전량은 측정되지 않는다. 따라서, 종래 셉트형 센서에서는 무조건 높은 주파수 측정대역을 선정할 경우 미세한 부분방전의 측정이 어려워진다.

<40> 도 21은 종래 셉트형 센서의 응답곡선을 보인 것으로서, 이 추세선 식은 다음의 수학적식 2와 같이 나타난다.

<41> $y = 4.4059x + 0.8134$
【수학적식 2】 $R^2 = 0.9999$

<42> 더구나, 도 22는 셉트형 센서에 실린 전원주파수를 보인 것으로서, 셉트의 저항값이 높을수록 전원주파수는 보다 크게 나타나, 신호대 잡음비를 매우 낮춘다.

<43> 따라서, 종래 셉트형 센서의 경우, 적절한 셉트의 저항값과 전원주파수 유입에 대한 대책이 필요하다는 단점이 있었다.

<44> 이와 같이, 종래에 많이 사용되는 셉트형 센서나 CT형 센서는 각각의 문제점을 가지고 있으며, 분리되어 현장 적용시 많은 기술적 불편을 야기시킨다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<45> 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로서, 그 목적은 CT센서와 셉트(Shunt)센서의 방식을 결합함으로써 전원노이즈 및 주변 노이즈 성분의 유입이 적으며 신호대잡음비가 크고 BD발생시 안전을 도모할 수 있어 실제 현장 적용에 유리한 하이브리형 고주파 부분방전 감지 센서를 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<46> 본 발명은 상술한 목적을 달성하기 위한 구성수단으로서, 전력설비의 절연상태를 진단하기 위한 고주파 부분방전 검출 센서에 있어서,

<47> 부분방전을 검출하고자 하는 전력설비의 전원신호를 입력받는 전원신호 입력단과,

- <48> 상기 전원신호입력단에 일단이 연결되어 전원주파수를 통과시키기 위한 제1코일과,
- <49> 상기 전원신호입력단에 일단이 연결되어 고주파 부분방전신호만을 통과시키는 캐패시터와,
- <50> 상기 캐패시터의 타단과 제1코일의 타단 사이에 구비되어 상기 캐패시터와 제1코일의 결합에 의한 공진점을 결정하는 저항과,
- <51> 상기 제1코일 및 저항의 타단에 공통으로 일단이 연결되며 접지노이즈의 저감 및 측정단자의 더미 인덕턴스 기능을 하는 제2코일과,
- <52> 상기 제2코일의 타단과 연결되어 부분방전을 검출하고자 하는 전력설비의 전원신호가 출력되는 전원신호 출력단과,
- <53> 상기 저항의 양단에 연결되어 부분방전 검출신호(+,-)를 출력하는 검출신호출력단으로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- <54> 본 발명은 더하여, 상기 캐패시터가 내압이 10kV 이상의 세라믹 캐패시터 인 것을 특징으로 한다.
- <55> 또한, 상기 저항은 리드선이 없는 칩형태의 저항인 것을 특징으로 한다.
- <56> 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 구성 및 작용에 대하여 상세하게 설명한다.
- <57> 도 1은 본 발명에 의한 하이브리드형 부분방전 검출 센서의 기본구성을 보인 회로도로서, 상기 센서(10)는 부분방전을 검출하고자 하는 전력설비의 전원신호를 입력받는 전원신호 입력단(11)과, 상기 전원신호입력단(11)에 일단이 연결되어 전원주파수를 통과시키기 위한 제1코일(L1)과, 상기 전원신호입력단(11)에 일단이 연결되어 고주파 부분방전신호만을 통과시키는 캐패시터(C1)와, 상기 캐패시터(C1)의 타단과 제1코일(L1)의 타단 사이에 구비되어

상기 캐패시터(C1)와 제1코일(L1)의 결합에 의한 공진점을 결정하는 저항(R1)과, 상기 제1코일(L1) 및 저항(R1)의 타단에 공통으로 일단이 연결되며 접지노이즈의 저감 및 측정단자의 더미 인덕턴스 기능을 하는 제2코일(L2)과, 상기 제2코일(L2)의 타단과 연결되어 부분방전을 검출하고자 하는 전력설비의 전원신호가 출력되는 전원신호 출력단(12)과, 상기 저항(R1)의 양단에 연결되어 부분방전 검출신호(+,-)를 출력하는 검출신호출력단(13,14)으로 구성된다.

<58> 상기 구성에 있어서, 전원신호입력단(11)로부터 제1코일(L1)로 이어지는 로우임피던스부분은 낮은 주파수의 전원주파수(60Hz)의 유도를 목적으로 하는 것으로서, 상기 제1코일(L1)의 유도성 리액턴스(X_L)는 $X_L = 2\pi fL$ (여기서, f는 주파수이고, L은 제1코일(L1)의 인덕턴스값이다)이므로, 도 2a에 도시된 바와 같이, 주파수에 비례한다. 따라서, 저주파만을 통과시키고 고주파수는 통과시키지 못한다. 이에 상기 제1코일(L1)에 의해 전원신호입력단(11)에서 전원신호출력단(12)로 이루어지는 경로로는 전원주파수 성분만이 바이패스된다.

<59> 다음으로, 상기 캐패시터(C1) 및 저항(R1)으로 이루어지는 하이임피던스 부분은 고주파 부분방전의 측정을 목적으로 하는 것으로서, 상기에서 용량성 리액턴스(X_C)는 $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ (여기서, f는 주파수이고, C는 캐패시터(C1)의 캐패시턴스 값이다)이므로, 도 2b에 도시된 바와 같이, 주파수 반비례한다. 따라서, 상기 캐패시터(C1)는 전원주파수를 저지하고 고주파의 부분방전 신호만을 통과시킨다.

<60> 이때, 상기 캐패시터(C1)로는 사고시의 대전류 유입을 방지하기 위하여 내압이 10kV 이상의 세라믹 캐패시터를 이용하고, 임피던스를 크게 구분지어 계측단 유입을 최소화한다.

<61> 그리고, 일반적으로 저항은 주파수에 무관한 일정한 임피던스를 나타내지만, 상기 제1코일(L1), 캐패시터(C1)과의 결합으로 이루어진 RLC회로에서 공진점 Q 팩터(factor)를 결정짓는다.

- <62> 또한, 상기 구성에 있어서, 고주파 대역에서는 저항의 리드선의 기생성분에 의한 특정한 임피던스를 가지게 됨으로서, 이에 대한 문제를 해결할 수 있도록 리드선이 없는 칩형태의 저항을 사용한다.
- <63> 도 2c에 도시된 바와 같이, R, L, C의 주파수에 대한 임피던스 특성 그래프의 교차점에서 공진현상이 나타나며, 따라서, 상기 공진주파수대역의 고주파 부분방전신호에 대한 민감도가 더 높아진다.
- <64> 도 2d는 RLC회로에서 실제 임피던스의 보데선도(bode-plot)로서, 저항값이 f_0 의 값보다 클 경우에는 $Q = R/R_0$ 만큼의 공진이 발생하게 되며, 반대로 저항값이 f_0 의 값보다 작을 경우에는 $Q = R/R_0$ 만큼 아래로 처지는 Q값을 가지게 된다.
- <65> 따라서, 상기 도 1에 보인 하이브리드형 부분방전 검출 센서(10)는 전원주파수를 포함한 낮은 주파수의 노이즈 성분을 제1코일(L1)을 지나는 저주파수 경로를 타고 접지로 유입되고, 고주파 부분방전신호는 캐패시터(C1)을 통해 유입되어 저항(R1)의 양단에서 측정된다.
- <66> 마지막으로, 상기 제2코일(L2)는 접지노이즈의 저감 뿐만아니라 측정단자의 더미 인덕턴스 기능을 수행한다. 그리고, 사고시 대전류가 상기 제1,2코일(L1, L2)의 저주파 경로로 흐르도록 하여 계측기의 영향을 최소화한다.

- <67> 상기 하이브리드형 부분방전 검출 센서는 션트(Shunt)형 센서의 문제점인 60Hz의 전원노이즈 유입을 방지할 수 있게 되고, 또한, 측정하고자 하는 주파수 대역에 대한 측정감도를 높일 수 있으며, 그 결과 고주파 부분방전신호와 잡음을 구분하는 S/N 비를 높힐 수 있다.
- <68> 상기와 같은 회로구성에서 유의할 점은 전체의 임피던스와 측정하고자 하는 션트(Shunt) 값과의 매칭이다.
- <69> 도 3은 PD사의 고주파용 캘리브레이터(calibrator)의 방전량에 따른 상기 하이브리드형 부분방전 검출센서의 응답곡선을 보인 것으로서, 캘리브레이터의 방전량은 1,2,5,10,20,50,100pC 씩 증가시키고, 이에 따른 하이브리드형 부분방전 검출센서의 응답특성을 인벨로프(envelop) 모드로 128번 데이터를 축적한 후 피드-피크 값의 평균을 구한 것이다.
- <70> 상기 도 3에 나타난 데이터의 추세선 식은 다음의 수학적 식 3과 같다.
- <71>
$$y = 3.4877x + 3.0437$$

 【수학적 식 3】 $R^2 = 0.9997$
- <72> 다음으로, 도 4는 상기 도 3의 곡선으로 대표되는 캘리브레이터 방전량에 따른 하이브리드형 부분방전 검출센서(10)의 검출신호출력단(13,14)에서 출력된 검출파형을 모두 나타낸 그래프이다.
- <73> 그리고, 도 5의 (a),(b)는 유증 코로나 방전시 상기 하이브리드형 센서(10)의 측정결과를 스펙트럼 분석기로 max hold 기능을 이용하여 1~1.5 GHz 대역을 10분간 연속 측정한 결과를

보인 것으로서, 이로부터 볼때 하이브리드 센서(10)를 이용하여 진성 PD(Partial Discharge)를 검출가능한 대역은 S/N 비를 고려하여 1 ~ 200MHz 로 나타났다.

<74> 그리고, 도 6의 (a)~(f)는 상기 하이브리드형 센서(10)를 이용한 방전량별 오실로스코프 측정파형을 보인 것으로서, 도시된 바와 같이, 방전량이 작은 경우에도 상기 센서(10)의 응답 특성이 좋게 나타남을 볼 수 있다. 또한, 높은 S/N비는 상기 센서(10)의 감도특성이 높다는 것을 나타낸다.

<75> 또한, 도 7은 상기 하이브리드형 센서(10)를 이용하여 검출한 유중 코로나 방전의 단일 샷(single shot)을 보인 것으로서, 상기 도면에서 측정파형에 종래의 션트(Shunt)형 센서와는 달리 전원노이즈의 유입이 없고, 진동(oscillation)이 적음을 알 수 있다.

<76> 도 8의 (a) 내지 (c)는 하이브리드형 센서(10)의 측정파형에 대한 스펙트럼 파형을 시간 변화에 따라 나타낸 것으로서, (a)는 초기의 주파수 대역이 검출될 확률로서, (c)는 소정의 시간이 경과한 후의 주파수 대역 검출확률로서, 도 3의 (c)에 나타난 바와 같이, 시간이 지날 수록 점차 도 4와 같은 측정파형을 갖게 됨을 알 수 있다.

<77> 이상의 테스트 결과를 볼 때, 본 발명에 의한 하이브리드형 부분방전 검출 센서(10)는 전원노이즈를 포함한 저주파수의 주변노이즈 성분의 유입이 적으며, 신호 대 잡음비가 커서 측정감도가 높으며, 사고발생에 따른 대전류의 유입으로부터 안전을 도모할 수 있다는 것을 알 수 있다.

<78> 실험1

<79> 본 발명에 의한 하이브리드형 센서를 이용하여 침대평판 전극 구조의 공기중 방전을 측정
 한 실험을 실시하였다. 이 실험은 도 9에 도시한 바와 같이 흐르는 전류방향과 수직되는 위
 치에 설치하여 수행되었으며, 본 발명에 의한 센서의 성능을 객관적으로 비교하기 위하여,
 PD(Power Diagnostics)사가 상품화하여 국제적 고주파부분방전 측정장비로 인정받고 있는 범용
 CT 센서를 이용하여 동일한 측정대상에 대한 측정결과를 비교한다. 상기 실험에서 부분방전
 측정 주파수 대역은 1MHz ~ 100 MHz이다. 상기 PD사의 CT센서도 동일한 위치에 설치되었다.

<80> 도 10은 두 센서의 측정감도를 비교한 것으로서, CH1은 하이브리드형 센서의 측정감도를
 보인 것이고, CH2는 PD상의 100MHz용 CT센서의 측정감도를 나타낸 것이다. 상기 도 10의 코로
 나 실측 파형에서 볼수 있듯이, 16pC의 같은 방전량을 발생시키고 같은 위치에서 동시에 측정
 하였을 때, 동일 조건에서 PD상의 CT센서는 코로나 방전을 측정하지 못하는 반면에 하이브리드
 형 센서는 높은 신호대잡음비로 코로나를 검출하는 것을 알 수 있다. 또한, 도시된 파형으로부
 터 전원주파수의 유입도 없음을 알 수 있다.

<81> 그리고, 도 11은 하나의 코로나 방전신호에 대한 PD사의 CT센서의 측정파형(CH2)과, 하
 이브리드형 센서의 측정파형(CH1)을 나타낸 것으로, 도시된 바와 같이, 파형 자체가 전형적인
 션트(Shunt)형 센서의 응답파형과 유사하게 나타나는 반면에 CT형 센서와는 달리 오실레이션과
 전원노이즈 성분이 크게 감소한 것을 알 수 있다. 이에 반하여, PD사의 CT형 센서는 부분방전
 을 전혀 검출하지 못했다.

<82> 실험2

- <83> 이어, 상기 하이브리드형 센서를 이용하여 전동기 고정자의 권선과 외함의 절현상태 측정에 대한 실험을 실시하였다.
- <84> 이때, 전동기에서 발생하는 부분방전 검출 시험을 위한 시료는 효성에서 개발된 50마력의 전동기를 이용하였다.
- <85> 그리고, 도 12에 도시한 바와 같이, 변압기(121), 분압기(122), 전동기(123), 센서(124)를 결선하고, 차폐실내에서 시험을 실시하였으며, IEC270 방식을 이용한 HALFEY의 TE571 장비의 비교측정하였다.
- <86> 도 13은 50마력의 전동기에서 측정된 부분방전 신호를 보인 파형도로서, 인가전원의 정극성과 부극성 최대값에서 부분방전이 발생하는 것을 볼 수 있다. 여기서 CH2의 전원파형은 분압기를 이용한 것으로서 인가전원과 하이브리드형센서의 인덕턴스 성분으로 인한 위상지연을 확인하기 위한 것으로, 측정결과, TE571과 하이브리드형 센서 모두 동상으로 위상지연이 나타나지 않았다.
- <87> 이로부터, 본 발명의 하이브리드형 센서가 측정회로 위상에 영향을 주지 않는다는 것을 알 수 있다.
- <88> 다음으로, 도 14는 전동기에서 고정자의 부분방전 측정 결과를 보인 검출신호의 파형도로서, 부분방전의 발생 범위가 정확히 정극성과 부극성 최대값에서 발생하였으며, 신호대잡음비와 감도가 좋으며 노이즈 성분의 신호는 다른 위상에 발생되지 않음을 볼 수 있다.
- <89> 이러한 결과들로부터, 코로나 부분방전 측정의 경우, PD사의 CT센서보다 본 발명의 하이브리드형 센서가 감도, 신호대잡음비 및 파형의 형태등 기술적으로 고려되어야 하는 요소들에

대하여 우수하다는 것이 입증된다. 또한, 전동기의 부분방전 측정 실험에서도 센서자체의 임피던스로 인한 위상변화가 나타나지 않았으며, 측정시 신호와 잡음을 구분할 수 있는 감도가 높음이 확인되었다.

<90> 도 15는 이러한 결과를 확인하기 용이하도록 종래의 CT센서 및 셉트센서와 본 발명의 하이브리드형 센서의 응답곡선을 비교하여 보인 것으로서, (a)는 종래 CT센서의 응답곡선이고, (b)는 종래 셉트 센서의 응답곡선이며, (c)는 본 발명에 의한 하이브리드형 센서의 응답곡선이다.

<91> 상기 비교된 바와 같이, CT센서의 경우는 9.6MHz 부근에서 최대 공진이 발생하고, 셉트 센서는 전대역에 걸쳐 선형적인 특성을 보이는데 반하여, 본 발명의 하이브리드 센서는 1~3MHz 대역에서는 2pC 이하의 감도를 나타내는 것으로서 그 이외의 대역과 뚜렷한 차이가 있음을 알 수 있다.

<92> 도 16은 종래의 CT센서 및 셉트센서와 본 발명의 하이브리드형 센서의 응답특성을 비교한 것으로서, 상기 수학식 1 내지 수학식 3의 함수를 그래프로 보인 것이다. 상기 비교된 바와 같이, 응답크기는 CT센서 > 셉트센서 > 하이브리드형 센서 순으로 나타난다. 상기에서 CT센서의 응답이 가장 큰 것은 그 측정방법이 피크-피크 이기 때문에 오실레이션이 가장 큰 CT센서의 정/부 모두 합하여 가장 크게 나타나기 때문이다. 그러므로, 이를 감안할 때, 실제 응답크기는 셉트센서>CT센서>하이브리드형 센서 순으로 나타난다. 상기 수학식 1 내지 수학식 3의 추세식은 비록 균일한 방전량을 얻기위하여 캘리브레이터를 이용하여 얻어진 피크-피크의 평균값을 방전량에 따른 절대적 기준값으로 선정하였지만, 이는 시험전 장비의 보정(calibration)을 본 실험에서 사용한 것과 동일한 캘리브레이터를 이용하기에 실제 시험에서 얻어지는 방전량과 동일한 결과를 얻게 된다.



<93> 도 17은 유중 코로나 방전시 CT센서와 셉트센서 및 본 발명의 하이브리드형 센서 별 단일샷(single shot)을 비교한 것으로서, (a)는 CT센서의 파형이고, (b)셉트센서의 파형이고, (c)는 하이브리드형 센서의 파형으로서 도시된 바와 같이, CT센서의 측정파형에는 오실레이션이 많이 발생하는데 반하여, 하이브리드형 센서에서는 보다 적은 오실레이션으로 빠른 응답특성을 얻을 수 있음을 볼 수 있다.

【발명의 효과】

<94> 상술한 바와 같이, 본 발명에 의한 하이브리드형 부분방전 검출센서는 CT센서보다 오실레이션이 적으며 측정감도가 좋고, 전원노이즈를 포함한 주변노이즈에 대한 제거효과가 높아 셉트센서에 비하여 신호대잡음비가 높으며, 특히 사고발생시 서지전압이 계측장치에 유입되는 경우 센서를 보호하여 장치의 안정성을 확보할 수 있는 우수한 효과가 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

전력설비의 절연상태를 진단하기 위한 고주파 부분방전 검출 센서에 있어서,
 부분방전을 검출하고자 하는 전력설비의 전원신호를 입력받는 전원신호 입력단(11)과,
 상기 전원신호입력단(11)에 일단이 연결되어 전원주파수를 통과시키기 위한 제1코일(L1)
 과,

상기 전원신호입력단(11)에 일단이 연결되어 고주파 부분방전신호만을 통과시키는 캐패
 시터(C1)와,

상기 캐패시터(C1)의 타단과 제1코일(L1)의 타단 사이에 구비되어 상기 캐패시터(C1)와
 제1코일(L1)의 결합에 의한 공진점을 결정하는 저항(R1)과,

상기 제1코일(L1) 및 저항(R1)의 타단에 공통으로 일단이 연결되며 접지노이즈의 저감
 및 측정단자의 더미 인덕턴스 기능을 하는 제2코일(L2)과,

상기 제2코일(L2)의 타단과 연결되어 부분방전을 검출하고자 하는 전력설비의 전원신호
 가 출력되는 전원신호 출력단(12)과,

상기 저항(R1)의 양단에 연결되어 부분방전 검출신호(+,-)를 출력하는 검출신호출력단
 (13,14)으로 구성되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 고주파 부분방전 검출 센서.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 캐패시터(C1)는 내압이 10kV 이상의 세라믹 캐패시터 인 것을 특징으로 하는 하이
 브리드형 고주파 부분방전 검출 센서.



1020020061712

출력 일자: 2003/9/24

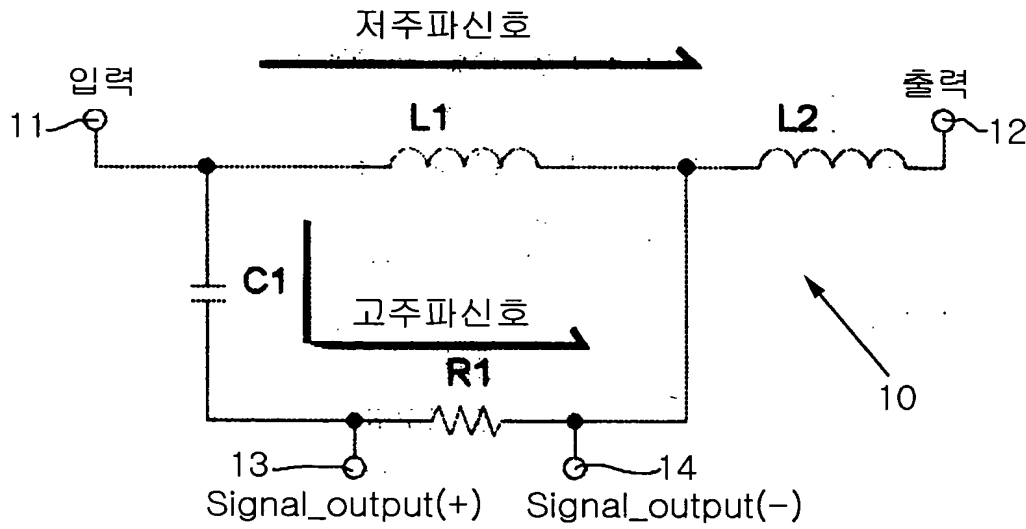
【청구항 3】

제 1 항에 있어서,

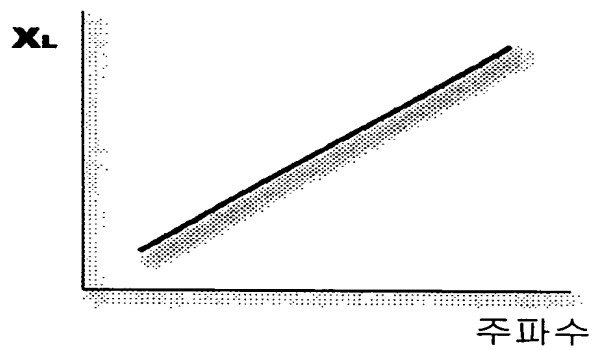
상기 저항(R1)은 리드선이 없는 칩형태의 저항인 것을 특징으로 하는 하이브리드형 고주파 부분방전 검출 센서.

【도면】

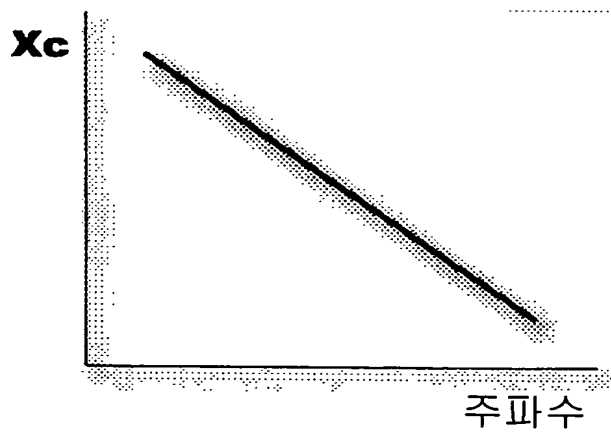
【도 1】



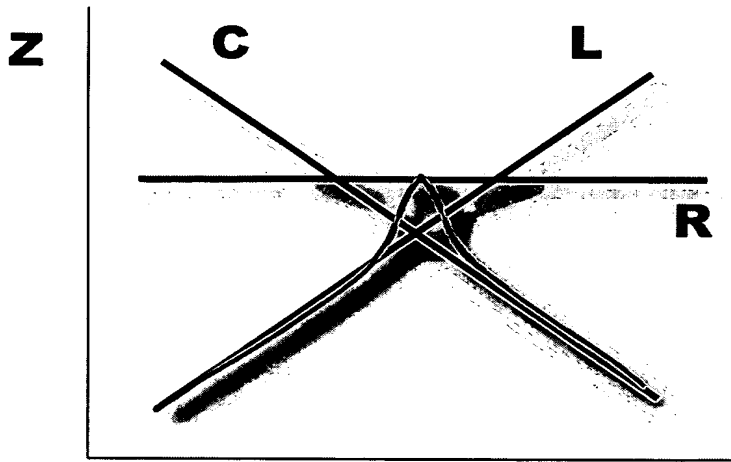
【도 2a】



【도 2b】

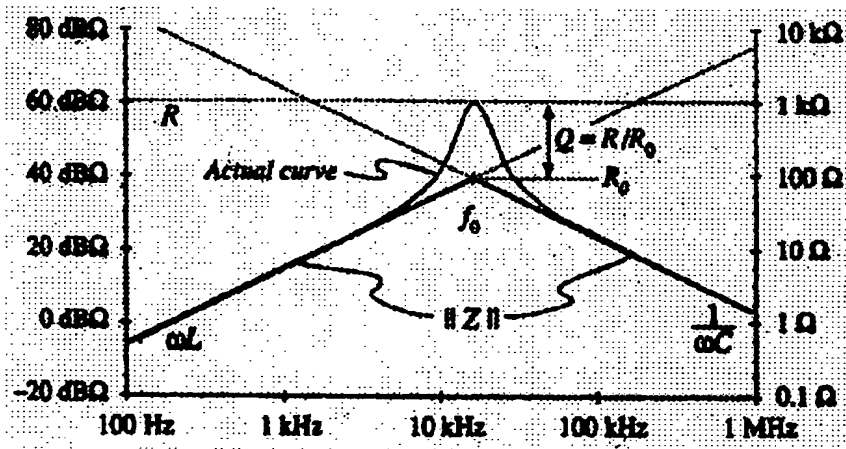


【도 2c】



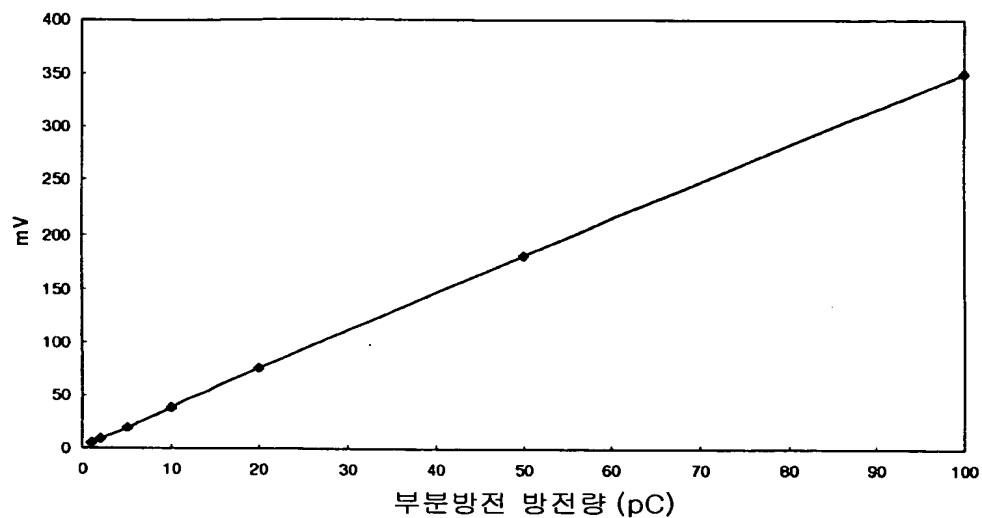
주파수

【도 2d】

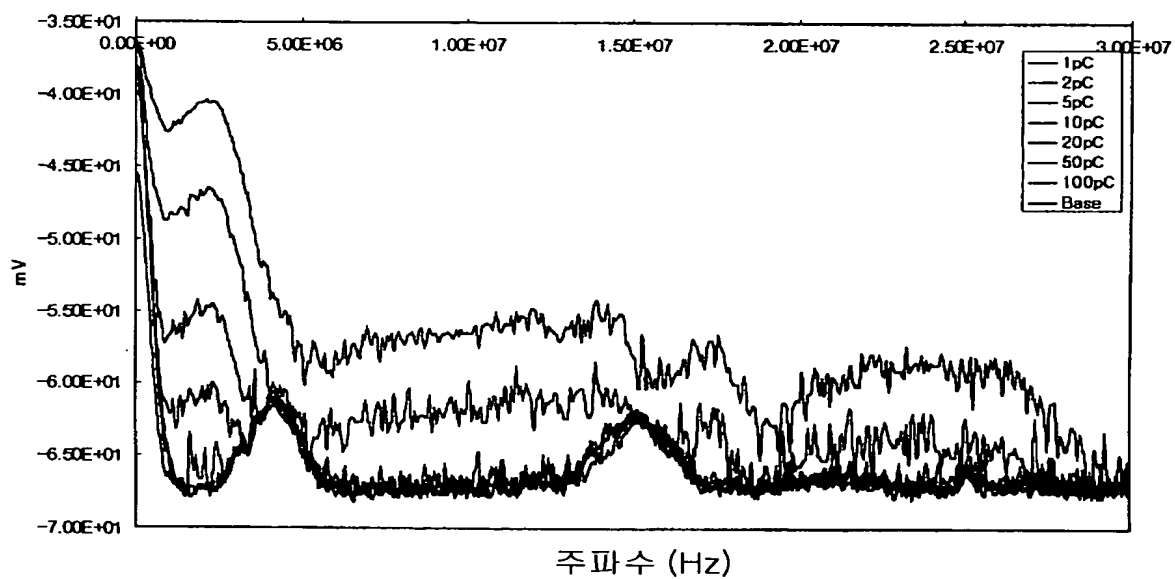




【도 3】



【도 4】



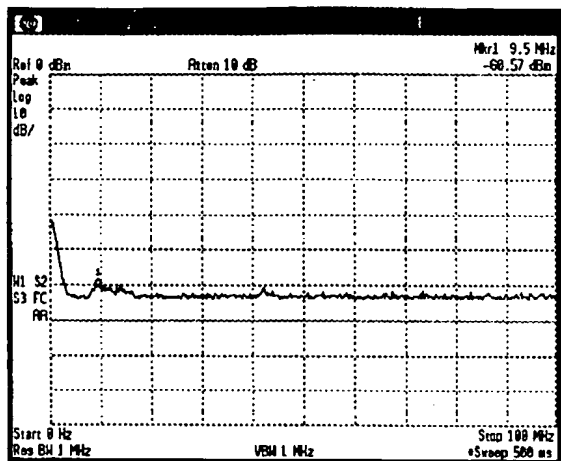


1020020061712

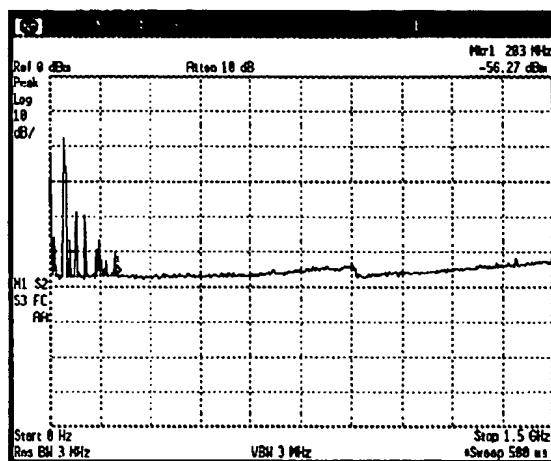
출력 일자: 2003/9/24

【도 5】

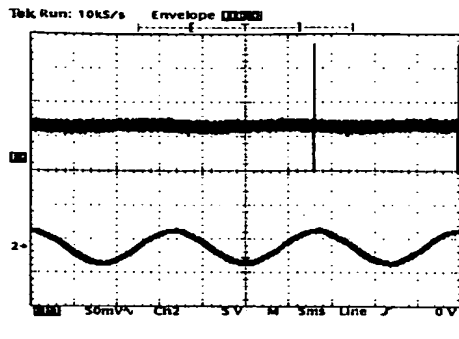
(a)



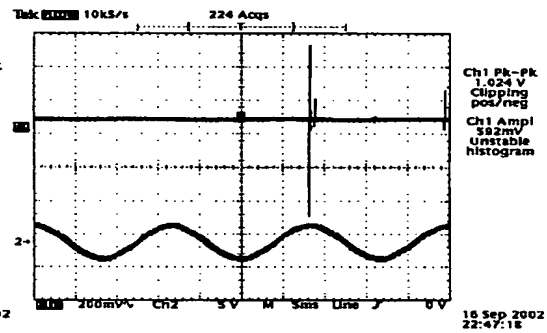
(b)



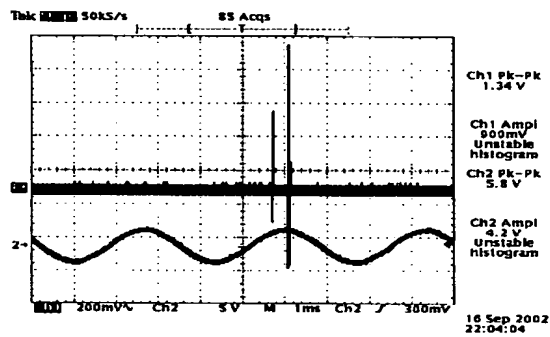
【도 6】



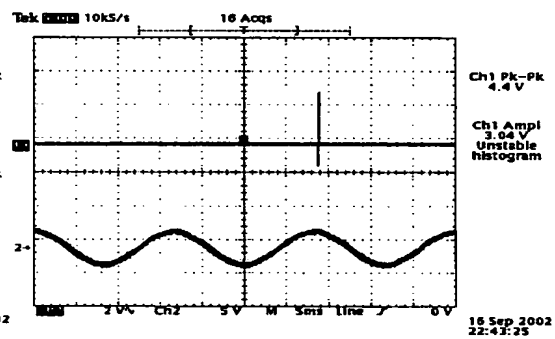
(a) 30pC



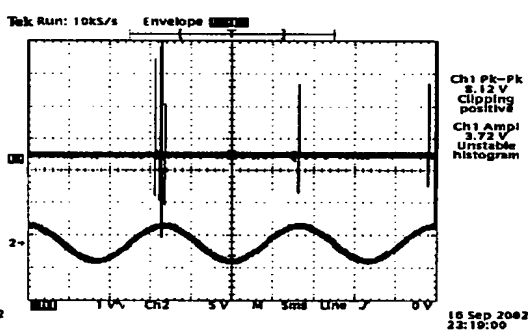
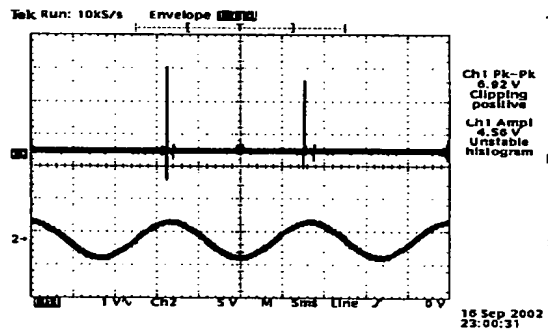
(b) 250pC



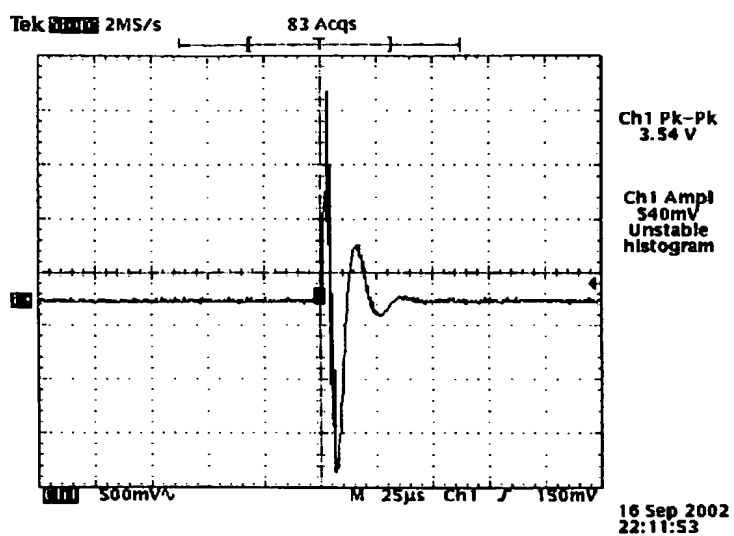
(c) 300pC



(d) 1nC

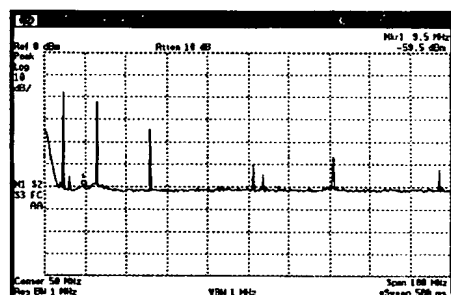


【도 7】

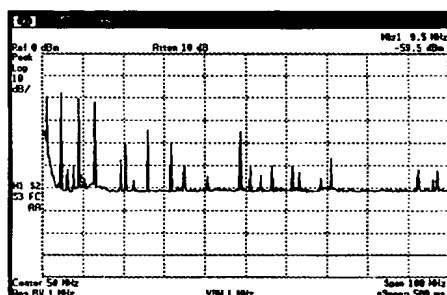


【도 8】

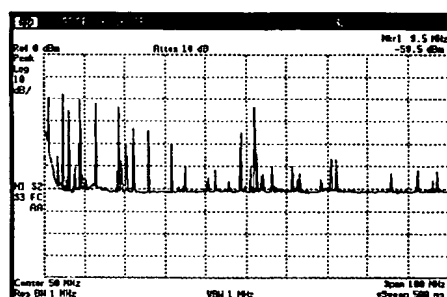
(a)



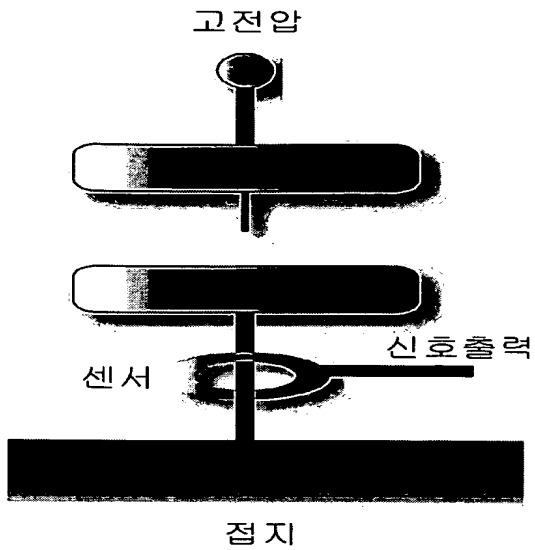
(b)



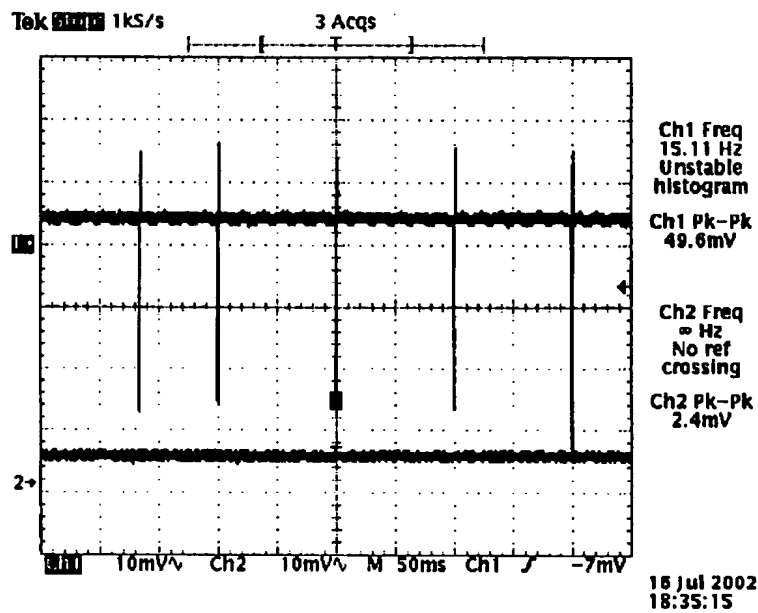
(c)



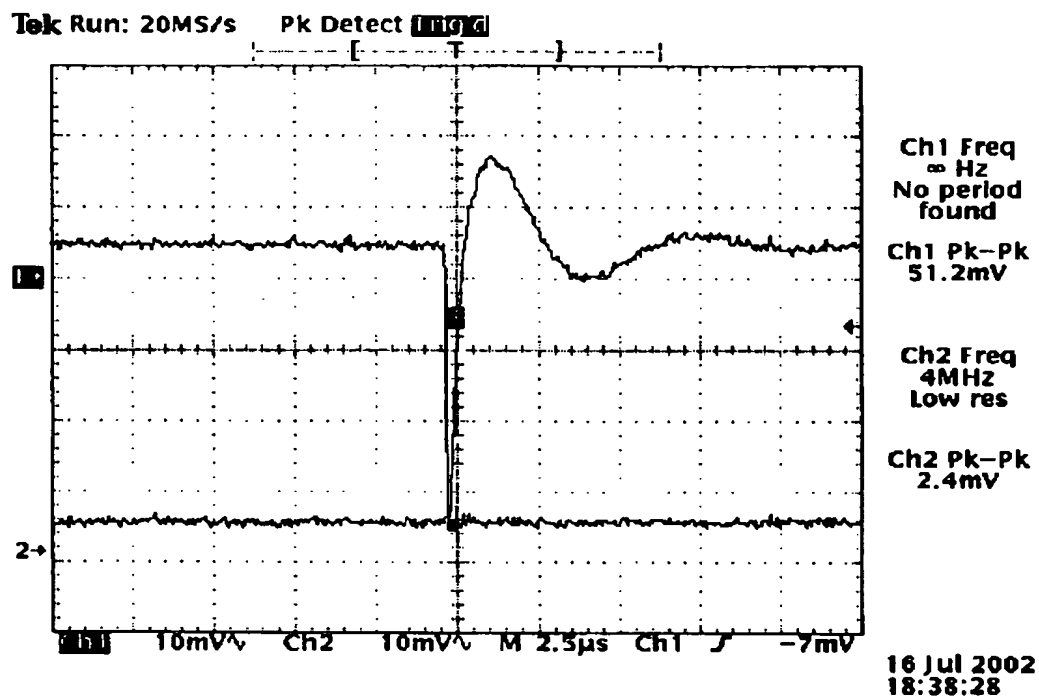
【도 9】



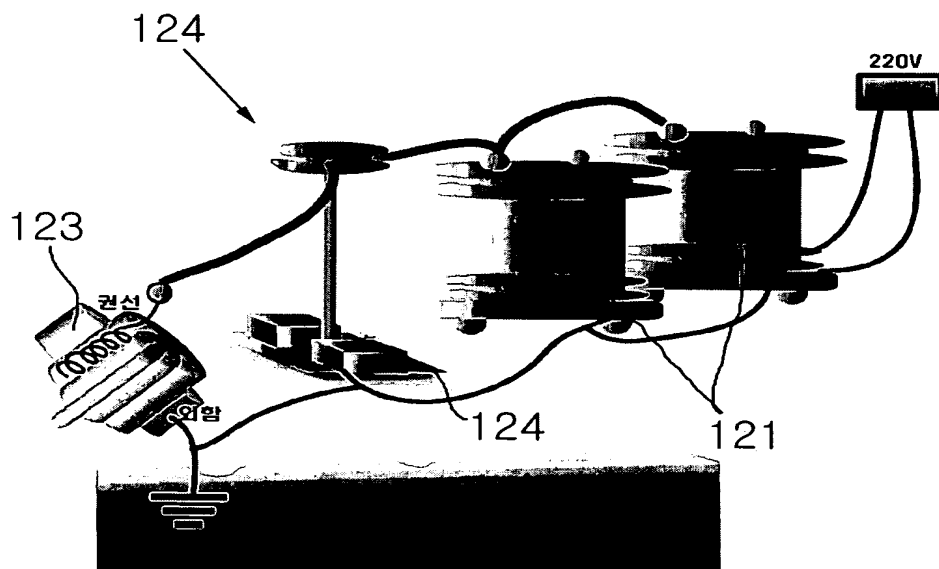
【도 10】



【도 11】



【도 12】

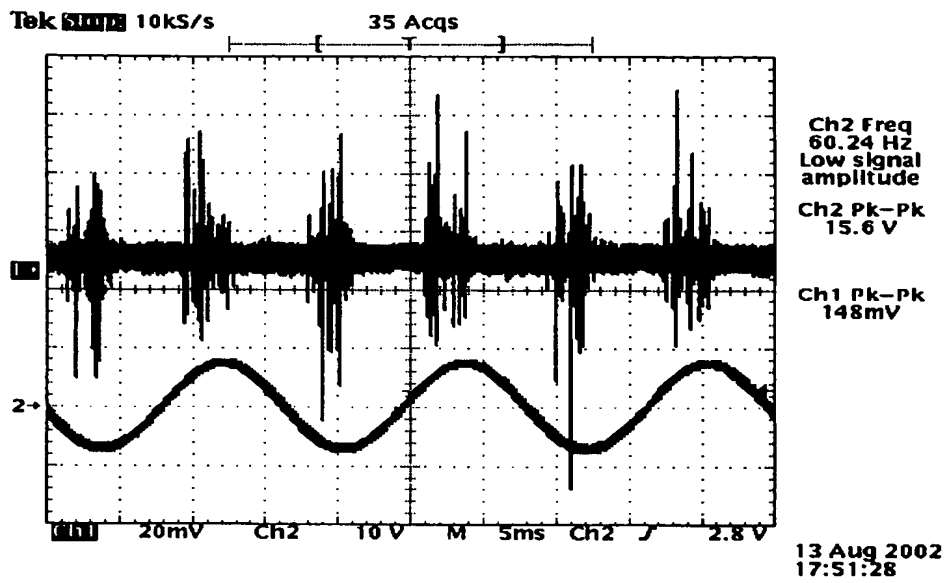




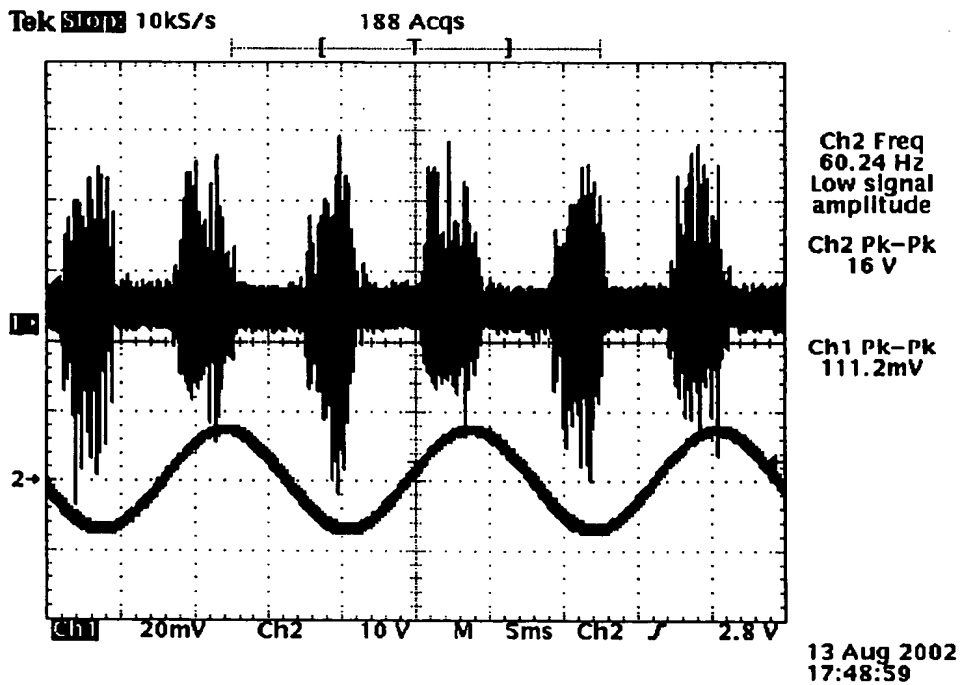
1020020061712

출력 일자: 2003/9/24

【도 13】



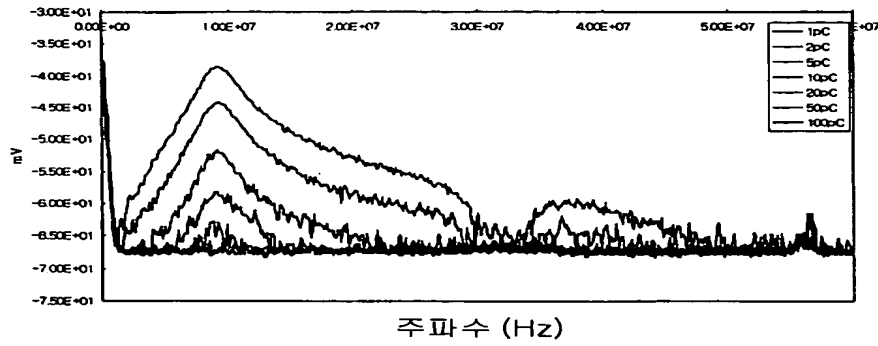
【도 14】



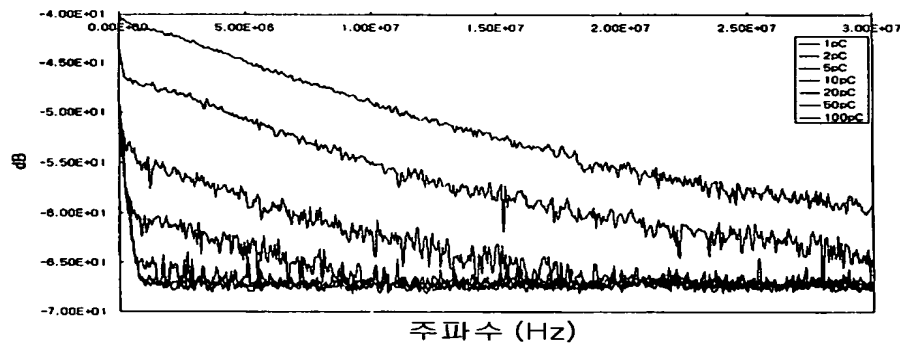


【도 15】

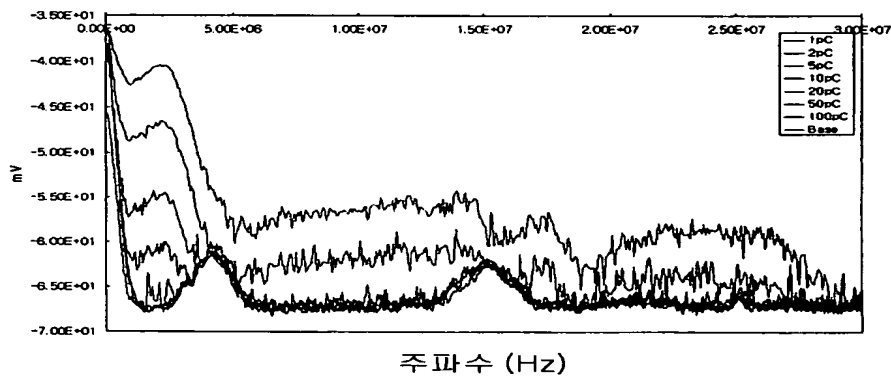
(a)



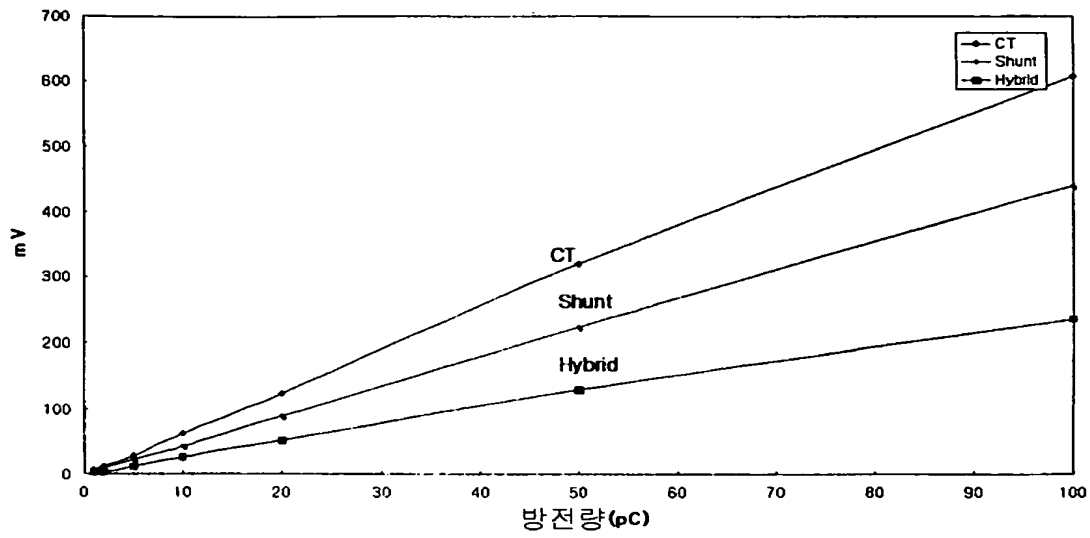
(b)



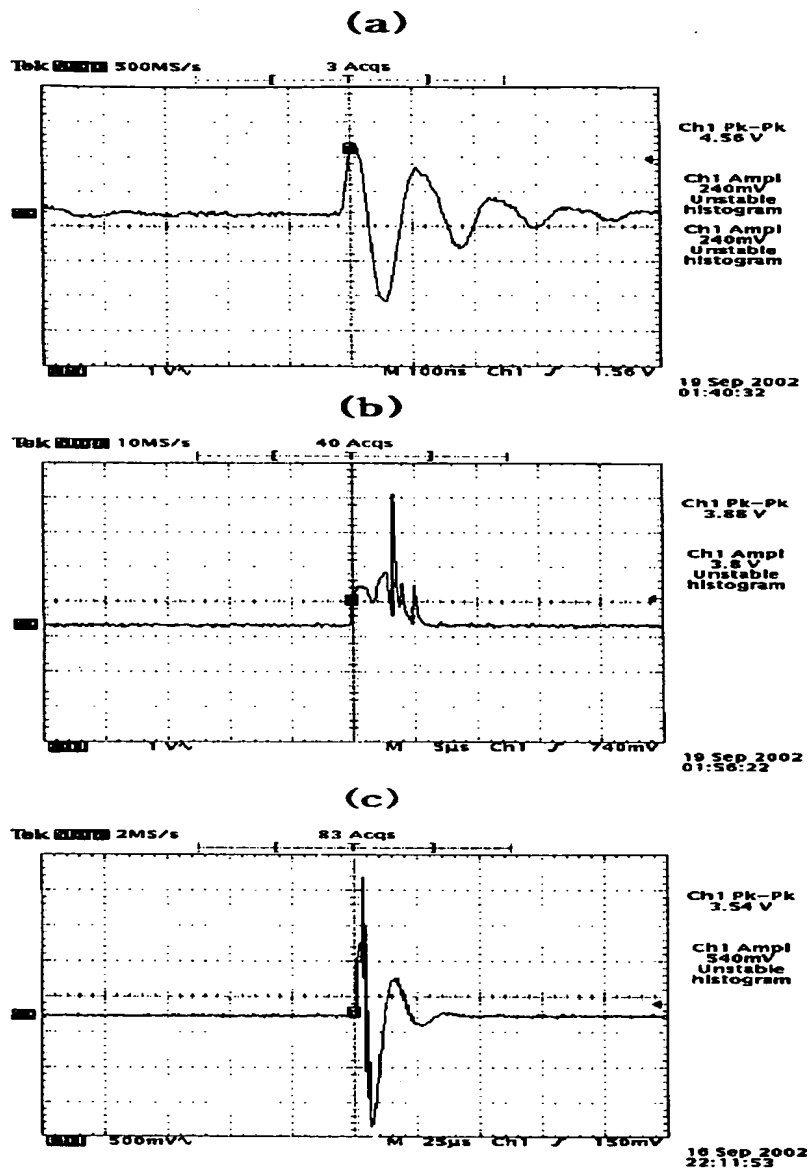
(c)



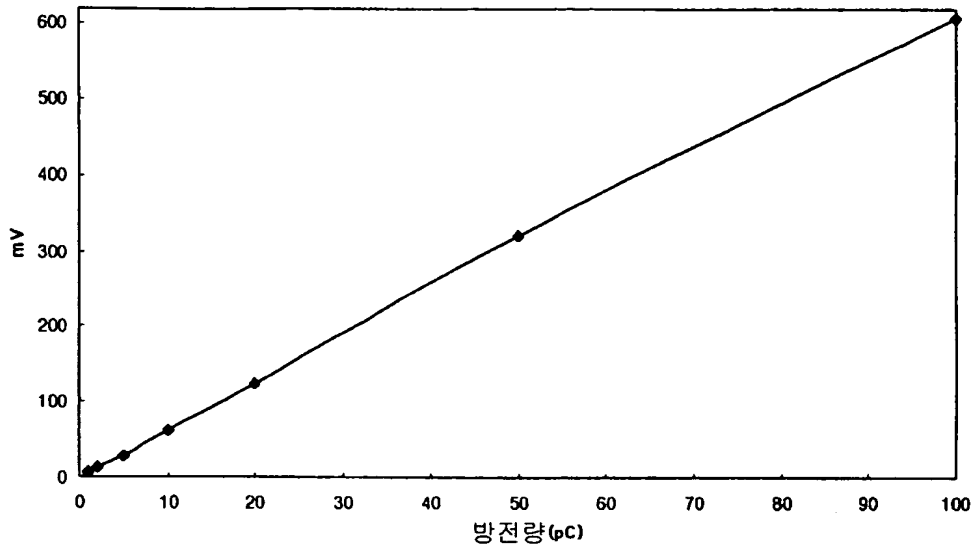
【도 16】



【도 17】

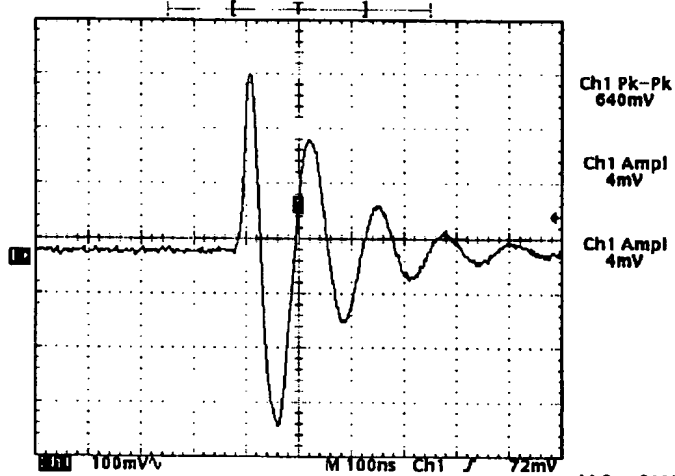


【도 18】

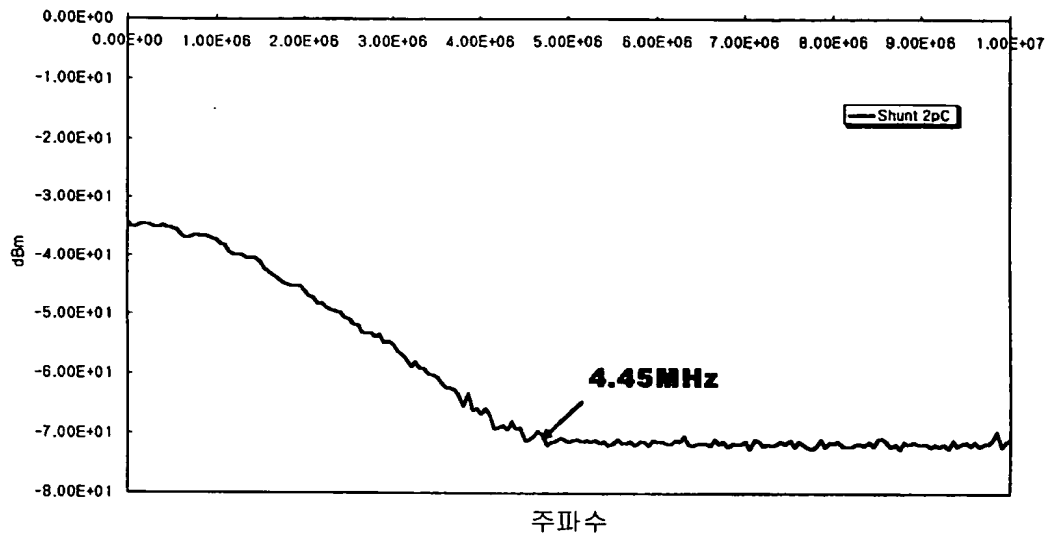


【도 19】

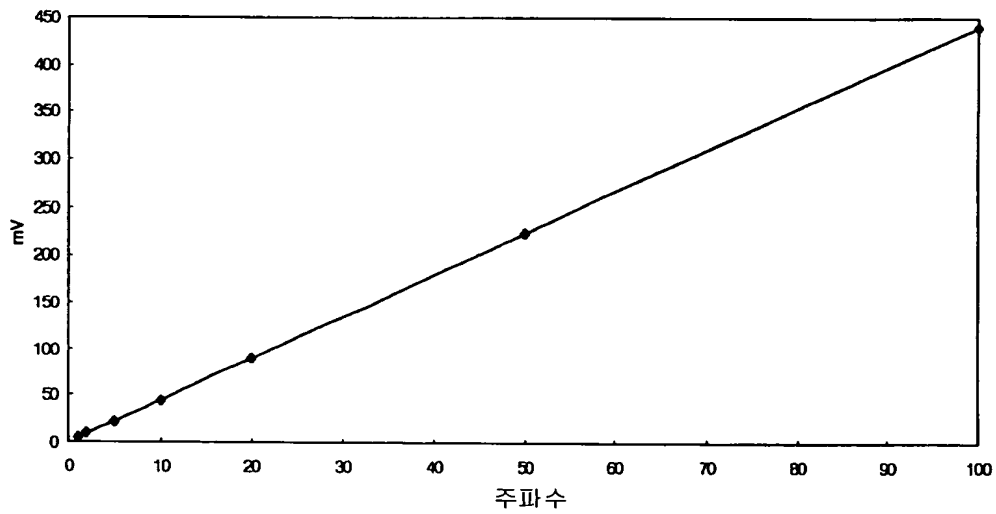
Tek Run: 500MS/s Pk Detect 100%

19 Sep 2002
00:44:20

【도 20】



【도 21】



【도 22】

